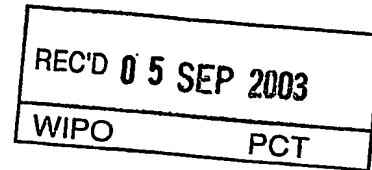


**BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 33 437.4

**Anmeldetag:** 23. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Kommunikationssystem für Signalisierungsvorrichtungen eines Flughafens

**IPC:** G 08 B, G 01 S, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stamm

## Beschreibung

Kommunikationssystem für Signalisierungsvorrichtungen eines Flughafens

5

Die Erfindung betrifft ein Kommunikationssystem für Signalisierungsvorrichtungen eines Flughafens wobei das Kommunikationssystem als Systembestandteile mindestens eine zentrale Kommunikationsvorrichtung und mehrere Signalisierungsvorrichtungen aufweist.

10

Auf Flughäfen befinden sich eine Vielzahl von Signalisierungsvorrichtungen, wie z. B. Leuchteinrichtungen, die sich insbesondere an, auf oder in der Nähe von Rollfeldern, Vorfeldern, Taxi- oder Runways, beispielsweise aber auch an Gebäuden wie Hangars oder am Tower bzw. sonstigen Einrichtungen befinden können. Signalisierungsvorrichtungen können beispielsweise auch Radareinrichtungen oder Funkfeuer sein.

15

Gegenwärtig bekannt sind Flughafenbefeuerungsanlagen, die im Wesentlichen zur Überwachung der Lampenfunktion der einzelnen Flughafenfeuer dienen und hierbei einfache Steuer- und Regelsignale austauschen. Derartige bekannte Systeme sind in ihrem Leistungsumfang vor allem aufgrund gravierender Störfaktoren deutlich eingeschränkt. So z.B. durch wechselnde elektrische Eigenschaften der zur Kommunikation benutzten Kabel aufgrund der wechselnden Feuchtigkeit im Boden und Alterungserscheinungen sowie durch die besonders schwierigen Anforderungen im Flugplatzbetrieb. Gerade im Flughafenbetrieb treten Störungen durch Fremdsysteme in ungewohnter Häufigkeit, Stärke und Unregelmäßigkeit auf. Störende Einflüsse gehen beispielsweise auf Bordstromversorgungen, Bordradare, Platzradare, Bündelfunk oder andere mobile Funksysteme, Netzkommandoempfänger, parallelliegende Energie- und Steuerkabel, Armierungseisen in den Bodenbelägen, in den Belag eingebaute Treibstoffleitungen sowie auf statische Aufladungen, die durch den Flugbetrieb bedingt sind, zurück.

30

35

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kommunikationssystem der eingangs genannten Art bereitzustellen, das den Bedingungen des Flugbetriebs in besonderer Weise Rechnung trägt und sowohl die vor allem anwendungsbedingte Störanfälligkeit und die Komplexität bestehender Flughafenbefeuerungssysteme verringert als auch die Kommunikation im Flughafenbodenbereich bei geringem Installationsaufwand signifikant verbessert.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Kommunikation zwischen den Systembestandteilen des Kommunikationssystems auf mehreren eng abgegrenzten Frequenzbändern über einen oder mehrere Stromkreise erfolgt, mittels derer die Signalisierungsvorrichtungen mit Energie versorgt werden. Durch die Verwendung mehrerer Frequenzbänder erweist sich das Kommunikationssystem als besonders robust gegenüber insbesondere impulsförmigen Störungen von hoher Intensität. Eine aufwendige, breitbandige Kanalverzerrung kann vermieden werden, da jedes Frequenzband als einfaches Dämpfungsglied mit fester Dämpfung und konstanter Phase betrachtet werden kann. Die Robustheit des Kommunikationssystems wird so signifikant verbessert und erzielbare Übertragungsraten für Daten werden deutlich erhöht. Insbesondere durch die erfindungsgemäße Nutzung mehrerer Frequenzbänder werden Probleme des Übersprechens zwischen einzelnen Kommunikationskanälen wirkungsvoll minimiert.

Vorteilhafterweise wird zur Kommunikation ein Frequenzbereich zwischen etwa ab 55 Khz und etwa bis 145 Khz genutzt. Dieser Frequenzbereich hat sich im Hinblick auf das Frequenzspektrum störender Fremdsysteme im Flughafenbereich wider Erwarten als besonders günstig erwiesen.

Die zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Vorteile können noch weiter gesteigert werden wenn bis zu fünf verschiedene Frequenzbänder und / oder bis zu fünf verschiedene Zeitscheiben zur Kommunikation verwendet werden.

Vorteilhafterweise wird zur Kommunikation das Mehrträgerverfahren OFDM eingesetzt, das eine besonders schnelle, durchsatzstarke und zuverlässige Kommunikation ermöglicht. Die Unempfindlichkeit des Kommunikationssystems gegenüber Störungen wird so weiter gesteigert und es werden Datenübertragungen mit Übertragungsraten von über 40kBaud und bis zu mindestens 1,5 Mbaud ermöglicht.

10 Mit Vorteil ist die zentrale Kommunikationsvorrichtung mit mehreren Signalisierungsvorrichtungen über einen Serienstromkreis verbunden. Der Einsatz von Serienstromkreisen ist günstig hinsichtlich des Verkabelungsaufwandes.

15 Mit Vorteil ist die zentrale Kommunikationsvorrichtung mit mehreren Signalisierungsvorrichtungen über einen Parallelstromkreis verbunden, wodurch Baugruppen in der Signalisierungsvorrichtung, wie z.B. im Besonderen Lampentransformatoren, eingespart werden können.

20 Mit Vorteil ist mindestens einer Signalisierungsvorrichtung, mindestens eine dezentrale Kommunikationsvorrichtung zugeordnet, mittels derer die Empfangsgüte von Kommunikationssignalen messbar ist. Somit können wechselnde elektrische Eigenschaften und insbesondere auch lokal auftretende Störeinflüsse erfasst und behoben werden.

Derartigen Störeinflüssen und wechselnden elektrischen Eigenschaften wird mit Vorteil dadurch Rechnung getragen, dass mindestens einer Signalisierungsvorrichtung, mindestens eine dezentrale Kommunikationsvorrichtung zugeordnet ist, mittels derer Kommunikationssignale verstärkt werden können. Somit ist auch die Positionierung der Signalisierungsrichtungen nicht mehr von der Länge der Übertragungsstrecke abhängig.

35 Vorteilhafterweise bilden die dezentralen Kommunikationsvorrichtungen ein adaptives System. Dadurch wird vermieden, dass der Ausfall einer oder mehrerer dezentraler Kommunikations-

einrichtungen den Ausfall eines größeren Teilsystemes nach sich zieht und es wird sichergestellt, dass trotz eines eventuellen Ausfalls einer oder mehrerer dezentraler Kommunikationseinrichtungen die Kommunikationsgüte und Robustheit des Systems in allen Teilen und weitestgehend zu jeder Zeit sichergestellt ist.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

FIG 1 ein vereinfachtes Beispiel für ein erfindungsgemäßes Kommunikationssystem mit einem Serienstromkreis,

FIG 2 eine Ausgestaltung einer Signalisierungsvorrichtung und

FIG 3 ein vereinfachtes Beispiel für eine erfindungsgemäßes Kommunikationssystem mit einem Parallelstromkreis.

Figur 1 zeigt schematisch das Beispiel einer Flughafenbefeuerungsanlage auf, bei der mehrere Signalisierungsvorrichtungen 3, die im Beispiel als Flughafenfeuer ausgebildet sind, über einen Serienstromkreis mit einer zentralen Kommunikationsvorrichtung 2 und einer Kontrollvorrichtung 1 verbunden sind. Der Serienstromkreis dient dabei sowohl zur Kommunikation zwischen der Kontrollvorrichtung 1, der zentralen Kommunikationsvorrichtung 2 und den Signalisierungsvorrichtungen 3 als auch zur Energieversorgung der Signalisierungsvorrichtungen 3.

Signalisierungsvorrichtungen 3 können nicht nur, wie in Figur 2 dargestellt, Leuchteinrichtungen sein, sondern beispielsweise auch Richtungsgeber und Sensoren zur Flugzeugerfassung und Flugzeugklassifizierung. Signalisierungsvorrichtungen 3

sind beispielsweise auch Einrichtungen zur Windrichtungs- und Windstärkenerfassung und deren Signalisierung sowie andersartige Erfassungs- und Signalisierungsvorrichtungen für Wetterdaten. Auch Sensoren zur Detektierung von Gas- und Wasser in  
5 Kabelschächten sowie visuelle Erfassungseinrichtungen, wie z.B. Videokameras, zur Überwachung von An- und Abflug, Start- und Landebahnen und Taxiwegen insbesondere inklusive der Stopbars sind als Signalisierungsvorrichtungen 3 im Sinne der Erfindung zu verstehen.

10 Figur 2 zeigt eine Ausgestaltungsform der Signalisierungsvorrichtung 3. Dabei dienen die Anschlüsse 7a und 7b dazu, die Verbindung zu einem zur Energieversorgung und Kommunikation dienenden Stromkreis, wie er beispielsweise in Figur 1 bzw.  
15 Figur 3 dargestellt ist, herzustellen. Zum Betrieb in Serienstromkreisen wird ein Lampentransformator 4 benötigt. Die dezentrale Kommunikationsvorrichtung 5 der Signalisierungsvorrichtung 3 dient dazu, die Leuchteinrichtung 6 ein- und aus- zuschalten, blinkende bzw. blitzende Signale der Leuchtein-  
20 richtung 6 zu generieren und sie liefert Daten über den Status der Leuchteinrichtung 6.

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Kommunikationssystem, bei dem die Kontrollvorrichtung 1 sowie die zentrale Kommunika-  
25 tionsvorrichtung 2 mit den Signalisierungsvorrichtungen 3 mittels eines Parallelstromkreises verbunden ist. Werden die Signalisierungsvorrichtungen 3 mittels eines Parallelstromkreises mit Strom versorgt, so muss nicht jede Signalisie-  
30 rungsvorrichtung 3 über einen Lampentransformator 4 (Figur 2) verfügen. Dies ist besonders vorteilhaft, da derartige Lampentransformatoren 4 für den Betrieb in Stromnetzen optimiert sind, die ausschließlich zur Energieübertragung dienen, und daher eine starke Dämpfung des Kommunikationssignals im Hoch-  
frequenzbereich darstellen.

35 Es ist möglich, ein erfindungsgemäßes Kommunikationssystem auch komplexer als in den Figuren 1 und 3 dargestellt aufzu-

bauen. So kann eine Kontrollvorrichtung 1 kann auch mit mehreren zentralen Kommunikationsvorrichtungen 2 verbunden sein. An eine zentrale Kommunikationsvorrichtung können Signalisierungsvorrichtungen 3 über mindestens einen Serienstromkreis, wie er in Figur 1 dargestellt ist und/oder mindestens einen Parallelstromkreis, wie er in Figur 3 dargestellt ist, mit Signalisierungsvorrichtungen 3 verbunden sein.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren 1 und 3 näher beschrieben.

Die dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5 der Signalisierungsvorrichtungen 3 übermitteln neben dem Status der Leuchteinrichtung 6, also beispielsweise Ein, Aus oder Defekt, auch Größen wie beispielsweise die Stromstärke oder Spannung im System, an die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2; die wiederum mit der Kontrollvorrichtung 1 verbunden ist. Die Kontrollvorrichtung 1 des Kommunikationssystems ist beispielsweise als Rechenanlage ausgebildet und steuert mittels der Kommunikationsvorrichtungen 2 und 5 die Signalisierungsvorrichtungen 3. Das erfindungsgemäße Kommunikationssystem ist insbesondere auch zur Erbringung von Leistungen eines Feldbus in ein Automatisierungssystem des Flugfelds einsetzbar.

Die dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5 der Signalisierungsvorrichtungen 3 weisen vorteilhafterweise sogenannte Repeater zur Signalaufbereitung auf. Diese werden hochdynamisch durch das Netzwerkmanagement adaptiert. Die dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5 weisen zudem Mittel zur Messung der Empfangsgüte von Informationen auf. Die derart ermittelte Informationsgüte wird beispielsweise periodisch und/oder beim Überschreiten von Grenzwerten an die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 gemeldet. Derart hält die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 stets ein Abbild der gesamten Kommunikationsfähigkeit des Gesamtsystems. Durch eine Auswertung der von den einzelnen Signalisierungsvorrichtungen 3 gemeldeten In-

formationsgüte ist die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 in der Lage, das Gesamtsystem dynamisch und in Echtzeit stets optimal für jeden einzelnen Übertragungsvorgang zu konfigurieren.

5

Die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 bestimmt also durch welche der dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5, die über den Stromkreis übermittelten Signale verstärkt werden. So wird stets sichergestellt, dass zum einen eine ausreichende Übertragungsqualität im Kommunikationssystem gewährleistet ist, die Kommunikationssignale also stets ausreichend verstärkt werden, gleichzeitig jedoch auch der dazu benötigte Aufwand an Energie und Kommunikationsvorgängen minimal gehalten wird, also eine möglichst geringe Anzahl von Repeatern die Kommunikationssignale verstärken.

10

15

20

30

Auch der Ausfall von Signalisierungsvorrichtungen 3 wird mittels der entsprechenden dezentralen Kommunikationsvorrichtung 5 an die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 gemeldet, die dann das Gesamtsystem neu konfiguriert. Auch nach dem Ausfall von einzelnen Signalisierungsvorrichtungen 3 wird bis zu deren Wiederinstandsetzung das Gesamtsystem stets so angepasst, dass die Übertragungsqualität von und zu allen Systembestandteilen 1 bis 3 stets ausreichend hoch ist und das Gesamtsystem optimal konfiguriert ist. Dazu passt die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 die Systemkonfiguration, also beispielsweise die Repeaterfunktion einzelner dezentraler Kommunikationsvorrichtungen 5, stets den aktuellen Gegebenheiten an, wobei die Signalgütemeldungen der dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5 berücksichtigt werden.

35

Die zentrale Kommunikationsvorrichtung 2 stellt in Verbindung mit den dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5 eine sichere und robuste Signalausbreitung sicher und führt dazu eine Fehlerkontrolle sowie eine Übersprechkontrolle durch. Durch die erfindungsgemäße Möglichkeit die dezentralen Kommunikationsvorrichtungen 5 während des laufenden Systembetriebs stets



neu zu konfigurieren, werden bekannte statische Repeater-systeme durch ein dynamisches und deutlich zuverlässigeres Repeatersystem ersetzt.

- 5 Die Übertragung von Informationen auf den Stromkreisen erfolgt mittels des OFDM-Verfahrens in einem Frequenzbereich zwischen etwa 35 und etwa 145 Khz unter Ausnutzung von beispielsweise bis zu fünf unterschiedlichen Frequenzbändern und unter Zuhilfenahme eines Verfahrens zum Time-Multiplexing mit  
10 beispielsweise bis zu 5 Zeitscheiben. Die Kommunikation ist dabei vierfach zeitgestaffelt wodurch sich 20 verschiedene Kommunikationskanäle ergeben.

- Das OFDM-Verfahren erweist sich nicht nur insgesamt als sehr  
15 robustes Modulationsverfahren sondern insbesondere als sehr unanfällig gegenüber im Flughafenbetrieb auftretenden insbesondere impulsförmigen Störsignalen. Dadurch dass das Modulationsverfahren grundsätzlich jedoch schon seit über 30 Jahren existiert, ist es hinreichend ausgereift, um den extrem hohen  
20 Sicherheitsanforderungen des Flugbetriebs gerecht zu werden. Die Datenübertragungsrate des erfindungsgemäßen Kommunikationssystems im Vergleich zu gegenwärtig auf Flughäfen eingesetzten Systemen zur Steuerung von Befeuerungsanlagen erhöht sich um mehr als das Vierfache auf ca. 40 Kbaud und darüber  
25 hinaus auf bis zu ca. 1,5 Mbaud.

## Patentansprüche

1. Kommunikationssystem für Signalisierungsvorrichtungen (3) eines Flughafens, wobei das Kommunikationssystem als System-  
5 bestandteile (2,3) mindestens eine zentrale Kommunikations-  
vorrichtung (2) und mehrere Signalisierungsvorrichtungen (3) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kom-  
munikation zwischen den Systembestandteilen (2,3) auf mehre-  
10 ren Frequenzbändern in einem eng abgegrenzten Frequenzbereich  
über einen oder mehrere Stromkreise erfolgt, mittels derer  
die Signalisierungsvorrichtungen (3) mit Energie versorgt  
werden.
- 15 2. Kommunikationssystem gemäß Patentanspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Kom-  
munikation ein Frequenzbereich zwischen 35 kHz und 145 KHz  
genutzt wird.
- 20 3. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patent-  
ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Kom-  
munikation bis zu 5 Frequenzbänder genutzt werden.
4. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patent-  
ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Kom-  
munikation bis zu 5 Zeitscheiben genutzt werden.
- 30 5. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patent-  
ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Kom-  
munikation das OFDM-Verfahren eingesetzt wird.

6. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patentansprüche,

5    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   m i n d e s t e n s  
eine zentrale Kommunikationsvorrichtung (2) und mehrere Signalisierungs-  
vorrichtungen (3) über einen Serienstromkreis verbunden sind.

7. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patentansprüche,

10    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   m i n d e s t e n s  
eine zentrale Kommunikationsvorrichtung (2) und mehrere Signalisierungs-  
vorrichtungen (3) über einen Parallelstromkreis verbunden sind.

15    8. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patentansprüche,

20    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   m i n d e s t e n s  
einer Signalisierungsvorrichtungen (3) mindestens eine dezentrale Kommunikations-  
vorrichtung (5) zugeordnet ist mittels derer die Empfangsgüte von Kommunikationssignalen messbar ist.

9. Kommunikationssystem gemäß einem der vorstehenden Patentansprüche,

30    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   m i n d e s t e n s  
einer Signalisierungsvorrichtungen (3) mindestens eine dezentrale Kommunikations-  
vorrichtung (5) zugeordnet ist mittels derer Kommunikationssignale aufbereitet werden können.

10. Kommunikationssystem gemäß einem oder mehreren der Patentansprüche ,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   d i e   d e z e n t r a l e n  
Kommunikationsvorrichtungen (5) ein adaptives System bilden.

## Zusammenfassung

Kommunikationssystem für Signalisierungsvorrichtungen eines Flughafens

5

10

15

Kommunikationssystem für Signalisierungsvorrichtungen (3) eines Flughafens, bei dem die zur Stromversorgung der Signalisierungsvorrichtungen (3) dienenden Serien- bzw. Parallelstromkreise zur Kommunikation bzw. Signalübertragung zwischen einer Kontrollvorrichtung (1), einer zentralen Kommunikationsvorrichtung (2) und Signalisierungsvorrichtungen (3) genutzt werden, wobei zur Signalübertragung vorzugsweise das OFDM-Verfahren eingesetzt wird und den Signalisierungsvorrichtungen (3) zugeordnete dezentrale Kommunikationsvorrichtungen (5), die mit Vorteil Mittel zur Signalaufbereitung aufweisen, während des laufenden Systembetriebs durch eine zentrale Kommunikationsvorrichtung (2) adaptiv dynamisch konfiguriert werden.

20 FIG 1

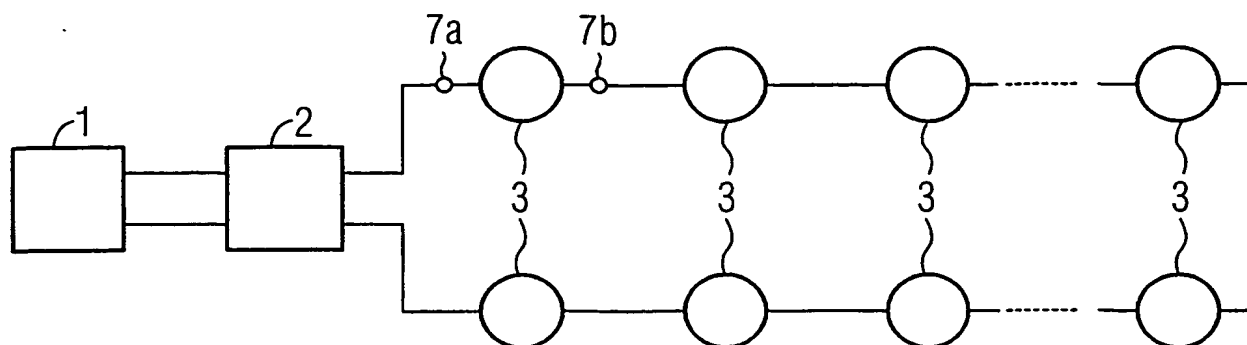


FIG 1

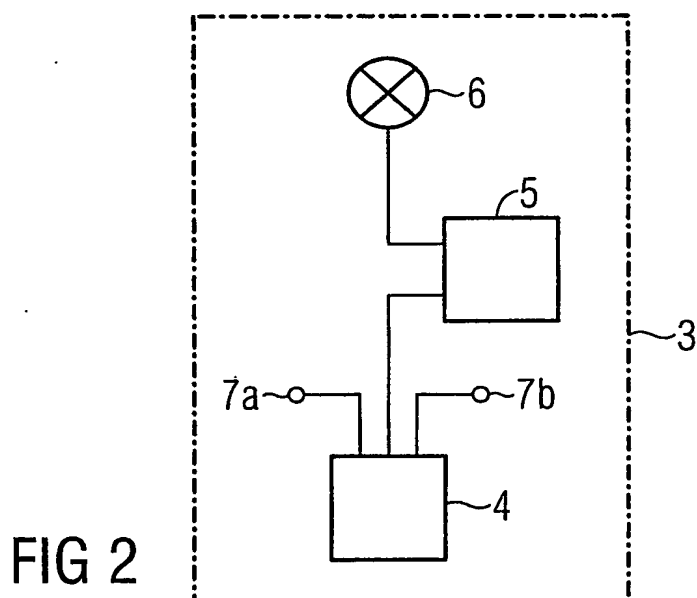


FIG 2

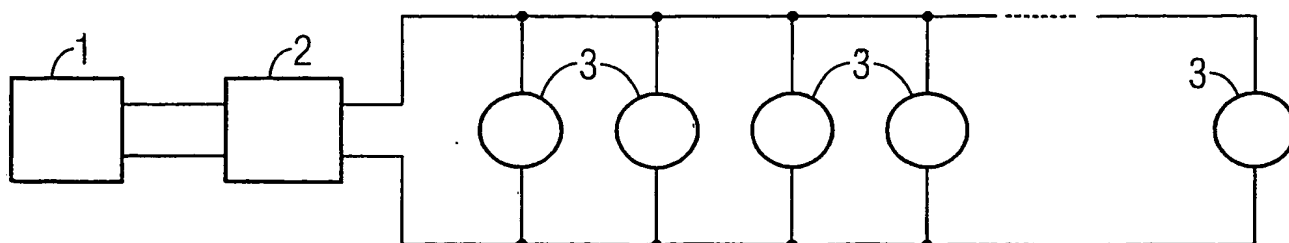


FIG 3